

офіційного опонента, доктора технічних наук, завідувач відділу проблем поводження з радіоактивними відходами Державної установи «Інституту геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України»

Чарного Дмитра Володимировича

на дисертаційну роботу **Соседко Анастасії Геннадіївни**

на тему: **«Комплексне очищення стічних вод промислових виробництв з використанням наносорбентів»**

подану на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань

19 – «Архітектура та будівництво», за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»

Актуальність теми дисертації

Проблема забруднення водних ресурсів важкими металами залишається однією з найгостріших екологічних викликів у світі. Стічні води промислових підприємств часто містять високі концентрації токсичних речовин, зокрема іонів важких металів, які можуть завдавати шкоди довкіллю та здоров'ю людей. Традиційні методи очищення стічних вод, такі як хімічне осадження та біологічні технології, часто виявляються недостатньо ефективними або коштовними, особливо коли йдеться про видалення мікроконтанінтів.

У зв'язку з цим, розробка нових, більш ефективних та економічно вигідних методів очищення стає критично важливою. Одним із перспективних напрямків є використання магнітних сорбентів, які демонструють високу ефективність при знижених експлуатаційних витратах. Магнітні сорбенти можуть бути швидко відділені з розчину за допомогою зовнішнього магнітного поля, що спрощує процеси регенерації та повторного використання матеріалів, зменшуючи тим самим вартість очищення.

Додатково, використання магнітних сорбентів відкриває нові можливості для розробки інтегрованих систем очищення, що поєднують механічні, хімічні та фізичні процеси для досягнення більш високих стандартів очищення стічних вод. Це особливо актуально в умовах суворіших екологічних норм та регуляцій, що вимагають від промислових підприємств застосування більш ефективних методів очищення.

Таким чином, тема дисертації є актуальною та важливою для розвитку новітніх технологій в сфері очищення промислових стічних вод, забезпечення екологічної безпеки та підтримки сталого розвитку в умовах зростаючих екологічних викликів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше запропоновано і науково обґрунтовано застосування осадів феритизації, які містять оксогідроксиди (γ -FeOOH; δ -FeOOH) та оксиди заліза (Fe₃O₄) як сорбентів, зокрема, для вилучення іонів цинку з промивних стічної води;

- вперше використано обробку розчину ультразвуком для активації феритизаційного процесу переробки сірчаноокислих травильних розчинів;

- вперше визначено вплив дії ультразвуку та величини рН на процес сорбційного очищення стічних вод від сполук цинку;

- вперше запропоновано і науково обґрунтовано метод синтезу сорбційного матеріалу модифікацію поверхні вулканічного туфу магнетитом, який отримано при переробці відпрацьованих травильних розчинів.

- удосконалено умови вилучення іонів заліза методом феритизації з травильних розчинів в частині визначення впливу швидкості аерації киснем повітря та способів активації реакційної суміші;

- подальшого розвитку набули дослідження з утилізації відпрацьованих магнітних сорбентів в складі будівельних матеріалів зокрема, наповнювача для корозійностійких лакофарбових покриттів для підвищення матеріалу.

Достовірність і новизна результатів дисертації ґрунтується на публікації отриманих результатів у виданнях, які відносяться до наукометричної бази даних Scopus, фахових журналів, апробації результатів досліджень на Всеукраїнських міжнародних та наукових конференціях. Висновки та рекомендації дисертанта зроблені за результатами повного і об'єктивного аналізу технологічних процесів.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі водопостачання а водовідведення КНУБА. Поставлені в дисертаційній роботі наукові завдання виконані, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової роботи.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертаційна робота Соседко Анастасії Геннадіївни є всебічним дослідженням, яке демонструє високий рівень наукового аналізу, систематизації матеріалу та аргументованості висновків. У роботі чітко сформульовано наукову проблему, визначено мету, завдання та методологічну основу дослідження.

Дисертація структурована логічно, а її зміст є повноцінним і завершеним. Дослідження охоплює всі необхідні аспекти обраної теми, а висновки логічно випливають з аналізу отриманих результатів. Робота містить ґрунтовний огляд літератури, що свідчить про обізнаність автора з сучасними науковими підходами та тенденціями у відповідній галузі.

Автор дотримується принципів академічної доброчесності, що підтверджується коректним використанням джерел, належним цитуванням та відсутністю ознак плагіату. Усі твердження і висновки базуються на власних

дослідженнях та аргументованих джерелах, що забезпечує їхню наукову достовірність.

З огляду на викладене, дисертація Соседко Анастасії Геннадіївни є завершеним, самостійним і якісним науковим дослідженням, яке відповідає вимогам до дисертаційних робіт та принципам академічної доброчесності.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою з використанням наукового стилю. У роботі використано загальноприйнятні наукові технічні терміни. Стилiстика викладення матерiалiв досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує логічність і доступність їх сприйняття.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 165 сторінок.

У вступі детально обґрунтовано вибір теми дослідження, враховуючи гостру необхідність удосконалення методів очищення стічних вод. Встановлено мету та завдання дослідження, визначено об'єкт і предмет, а також окреслено методи дослідження. Також представлено опис наукової новизни роботи, її практичне значення, особистий внесок здобувача та апробацію результатів.

Перший розділ зосереджений на аналізі сучасного стану технологій очищення стічних вод гальванічних виробництв від сполук важких металів. Розглянуто екологічну небезпеку таких стічних вод та особливості поводження з токсичними відходами. Особлива увага приділена магнітним сорбентам як ефективному рішенню для видалення іонів цинку, а також аналізовано питання їх утилізації.

У другому розділі представлено методи та об'єкти дослідження, які були використані для розробки нових технологій очищення. Наведено підходи до феритизаційної переробки відпрацьованих травильних розчинів, методику отримання залізовмісного сорбенту і методи визначення іонів важких металів. Також здійснено структурне дослідження матеріалів та оцінено їх сорбційні властивості.

Третій розділ розглядає процес переробки відпрацьованих травильних розчинів для отримання сорбентів. Здійснено аналіз ефективності очищення розчинів від іонів заліза з використанням феритизаційного методу і впливу різних способів активації. Представлено результати структурного аналізу осадів і визначено розмір частинок.

Четвертий розділ присвячений аналізу результатів сорбційного очищення промивних стічних вод. Вивчено ступінь видалення іонів цинку та заліза за допомогою різних сорбентів. Окремо розглянуто вплив механічного перемішування та ультразвукової обробки на процеси очищення. Проведено структурний аналіз відпрацьованих сорбентів.

П'ятий розділ зосереджений на техніко-економічному аспекті впровадження технології. Розроблено комплексну технологічну схему для

очищення стічних вод із застосуванням продуктів водоочищення у будівельних матеріалах. Оцінено ефективність та доцільність впровадження запропонованих рішень.

У висновках сформульовано основні наукові результати роботи, підкреслено їх наукову новизну та практичне значення, виходячи з досліджень, проведених у попередніх розділах.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 5 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статей у наукових фахових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у іноземному виданні.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

Особистим внеском здобувача є в наукових працях, написаних у співавторстві, здобувачем:

- вивчено вплив дії ультразвуку та величини рН на процес сорбційного очищення стічних вод від сполук цинку;
- досліджено ефективність застосування магнітних сорбентів отриманих методом електроерозійного диспергування для очищення стічних вод від іонів Zn^{2+} ;
- визначено вплив швидкості перемішування сорбуючих матеріалів на якість очищення стічних вод;
- проведено дослідження з утилізації відпрацьованих сорбентів в складі наповнювача для порошкових лакофарбових покриттів;
- розроблено процес комплексного очищення стічних вод лінії цинкування з утилізацію відходів водоочищення в складі будівельних матеріалів.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. Чи досліджувалися екологічні наслідки застосування та утилізації магнітних сорбентів і які заходи передбачаються для мінімізації ризиків забруднення при використанні магнітних сорбентів?

2. Яка роль ультразвуку в процесі сорбції, і як ви оцінюєте його ефективність порівняно з іншими методами активації?

3. В дисертаційній роботі зазначено, що очищення води відбувається саме наносорбентами. Не ясно, на якій підставі автор робить таке заключення.

4. Автором отримані сорбенти з використанням різних способів проведення феритизаційного процесу. Який саме сорбент рекомендується для

впровадження на гальванічних виробництвах для очищення промивних цинквмісних стічних вод?

5. В роботі нажалі не розглянуто можливість використання сорбентів в динамічних умовах.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Дисертаційна робота Соседко Анастасії Геннадіївни є ґрунтовним науковим дослідженням, що містить нові теоретичні та практичні результати, які мають значну цінність для розвитку науки. Робота відзначається високим рівнем наукової аргументації, логічною структурою та відповідністю сучасним вимогам до дисертаційних досліджень.

Результати дослідження мають практичне значення. Висновки дисертації є обґрунтованими, а сформульовані рекомендації – перспективними для подальших досліджень.

Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам, що висуваються до наукових досліджень на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 19 – «Архітектура та будівництво», за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», а її автор заслуговує на присудження відповідного наукового ступеня.

Офіційний опонент:

завідувач відділу проблем
поводження з радіоактивними відходами
Державної установи «Інституту геохімії
навколишнього середовища
Національної академії наук України»
д.т.н., с.н.с.



Дмитро ЧАРНИЙ

«___» _____ 2025 року

Підпис Д.В. Чарного засвідчую
Учений секретар
ДУ «ІГНС НАН України»
к.хім.н., доцент



Віталіна ЛУК'ЯНОВА

«___» _____ 2025 року